

深層混合処理工法の方方向制御システムの開発

（その1 システムの概要と試作機による制御手法確認実験）

（株）竹中土木 正会員 大西常康 ○
 （株）竹中土木 正会員 森田英仁
 （株）竹中工務店 山本光起

1. はじめに

軟弱な地盤に、スラリー状のセメント系固化材を原位置で混合・攪拌する深層混合処理工法（DCM-L工法）は、早期に改良効果が期待できる、低振動・低騒音工法であることから多くの施工実績がある。また、液状化防止効果が確認されてからは、建築分野にも適用範囲が広がっている。本報では、油圧ジャッキとワイヤを用い攪拌翼の先端位置を能動的に制御し、従来以上に鉛直精度の向上を可能としたシステムの概要および制御手法確認実験について述べる。

2. システムの概要

方向制御システムの全体図を図-1に示す。方向制御は、攪拌翼上部に取り付けたワイヤに油圧ジャッキで引き力を与えることで行う。先端位置は、軌跡管理システムにてリアルタイムで検出されており、この計測結果にもとづき各油圧ジャッキを適宜操作する。

1) 油圧ジャッキ

油圧ジャッキは、処理機の下端に前後方向に各々2本、左右方向に各1本の計6本が吊り下げられる。ジャッキの引き力は、攪拌翼での横方向力が1.0kNになるよう25.0tfとした。油圧ジャッキの取付け状況を写真-1に示す。

2) ワイヤ

油圧ジャッキの力をベアリング式連結軸受けに伝達するワイヤは、引張り荷重による伸びが生じないことからPC鋼より線を採用した。ワイヤの太さは、最大引張り力を考慮して、 $\phi 40.8\text{mm}$ とした。また、腐食対策としてポリエチレンで被覆したものを用了。

3) 軌跡管理システム

軌跡管理システムは、ベアリング式連結軸受け上の保護容器内に設置した3次元ジャイロセンサと、管理室内に設置した施工管理用パソコンで構成される。3次元ジャイロセンサは、光ファイバージャイロ1基と傾斜計2基で構成され、天頂軸方向の回転（ヨウ角）と水平2軸の傾斜（ロール角、ピッチ角）を検出し、そのデータをもとに貫入中の攪拌翼の先端位置座標をリアルタイムで演算する。

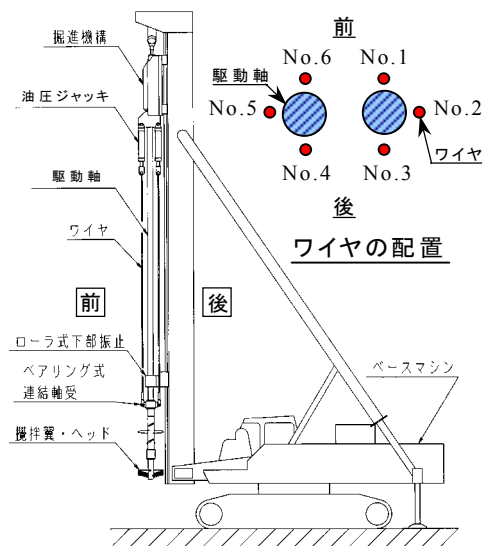


図-1 方向制御システム



写真-1 油圧ジャッキとワイヤ

キーワード 地盤改良、深層混合処理工法、方向制御、ワイヤ

〒104-8234 東京都中央区銀座8-21-1 （株）竹中土木 工事本部 機材部

TEL03-3542-6321 FAX03-3248-6545

〒104-8182 東京都中央区銀座8-21-1 （株）竹中工務店 環境・エネルギー本部

TEL03-3542-7100 FAX03-3545-9385

3. 試作機による制御手法確認実験

試作機による制御手法確認実験は、2000年10月に大阪府内で実施した。実験は、地上で油圧ジャッキを制御し、攪拌翼の変位や横方向力を計測する地上実験と実際に地盤を掘削して方向制御を行う地中実験に分けて行った。地上実験の状況を写真-2に示す。



写真-2 地上実験

1) 地上実験の結果

地上実験の結果、以下の点を確認した。

- ① 掘削翼および駆動軸は、油圧ジャッキの操作により前後左右に動かすことが可能である。ただし、左右方向の変位量は、前後方向に比べて同じ力を加えても小さい。
- ② 先端変位は、駆動軸自体がたわむのではなく駆動軸の継手のあそびが変位して生じる。
- ③ 攪拌翼に生じる横方向力は約1.5kNである。

2) 地中実験の結果

地中実験は、計13本の実験杭で行った。実験杭の配置を図-2に示す。実験場所の土質は、地表面からGL-12.5m付近までがN値5～60以上の非常に厚い埋土層、その下はGL-16.0m付

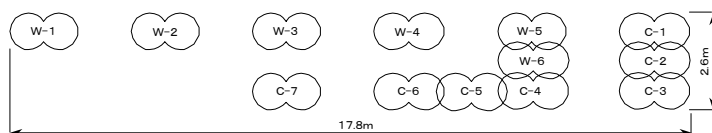


図-2 地中実験の杭配置

近まで中位のシルトと砂からなるN値5～21の沖積層が堆積し、それ以深はN値が12～60以上の安定した洪積層である。目標改良深度は、土質条件よりGL-17.0mとした。例として先端軌跡が鉛直になるよう制御したC-1杭左軸の結果を図-3に示す。図より、GL-4.0m付近で軌跡が後方に変位する傾向を示したので、前側の油圧ジャッキ（No.6）を操作し前方に修正している。GL-10.0m付近では、逆の傾向を示したので、後方のジャッキ（No.4）を操作して修正を図っているのが判る。実験の結果、以下の点を確認した。

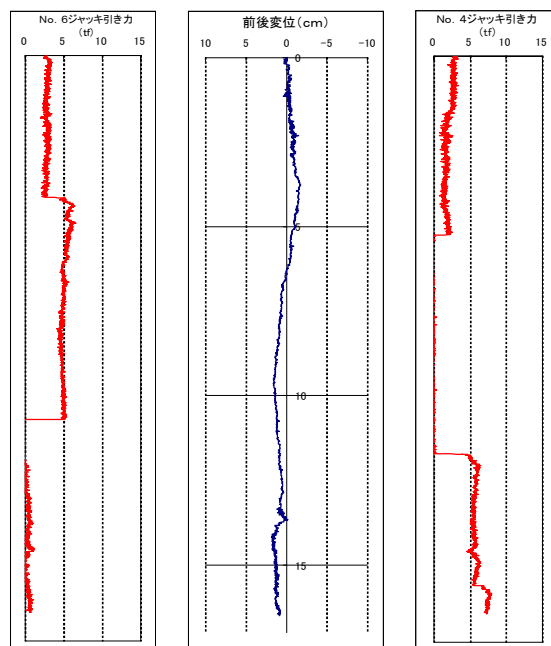


図-3 C-1杭の制御結果

- ① 前後方向は、すべての土質で攪拌翼先端の方向制御が可能である。
- ② 左右方向は、土質に関係なく明確な制御効果が認められなかった。原因としては、前後方向と左右方向の剛性が大きく違うためと考えられる。
- ③ 方向制御を行った時、操作したジャッキの反対側ジャッキにワイヤを介して引き力が発生して方向制御に対する抵抗となる。

4. まとめ

今回の実験により、油圧ジャッキとワイヤといった簡便な装置を付加することにより、深層混合処理機の攪拌翼先端を能動的に制御できることが確認できた。また、今回の実験結果を踏まえて実用機の開発を進めており、その結果については次報にて報告する。